

Рис. 3 Распределение суммарных перемещений и эквивалентных напряжений в модернизированной модели

#### Литература

1. Белобородова, А.А. Разработка компьютерной лабораторной работы по конечно-элементному анализу мостовых конструкций / А.А. Белобородова, Е.И. Арбузова // Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании: материалы VIII Международной научно-технической конференции, Тюмень, 2019. - С. 262-266.
2. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 656 стр.
3. Дорошко, С.М. Газотурбинные двигатели гражданской авиации: учебное пособие / С.М. Дорошко, А.С. Глазков. – Санкт-Петербург: Университет ГА, 2018. – 228 с.
4. Зиновьев, Д.В. Основы моделирования в SolidWorks / под ред. М. И. Азанова. - М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.
5. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
6. Иванов, М.Н. Детали машин: учебник для академического бакалавриата / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – 16-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 408 с.
7. Syzrantseva, K. Optimization of the Damping Element of Axial Vibrations of the Drilling String by Computer Simulation / K. Syzrantseva, V. Arishin, M. Dvornikov // Journal of Engineering and Applied Sciences.- 2016.- Vol.11.- Iss.- 10.- Pp. 2312-2315. DOI: 10.3923/jeasci.2016.2312.2315.

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ РАСЧЁТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ SRM-6

Вальман Н. К.

Научный руководитель - доцент И.В. Матвеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В статье рассматривается подход к разработке методики на основе теории графов позволяющей представить участок месторождения в виде графа. Использование подхода позволит уточнить взаимовлияние скважин на рассматриваемом участке и спрогнозировать технологические параметры работы скважин.

Целью работы является разработка способа представления участка месторождения в виде простого графа, позволяющего учесть взаимное расположение, влияние скважин и свойства пласта в районе скважин.

В основе анализа будет лежать граф. Графом  $G$  называется непустое конечное множество точек  $V$  на плоскости или в трехмерном пространстве и множество линий  $E$  конечной длины, попарно соединяющих некоторые из данных точек. Точки множества  $V$  обычно называются вершинами графа, а линии множеств  $E$  называются ребрами графа [1]. Вид графа определяется наличием, числом и некоторыми свойствами вершин и ребер, например, простой (обыкновенный), ориентированный, смешанный. Используемый граф будет описываться матрицы инцидентий, характеризующей связи вершин графа. К тому же у каждой вершины будут свои внутренние свойства, характеризующие различные свойства коллектора в районе скважины, и учитывающие технологические параметры работы скважины.

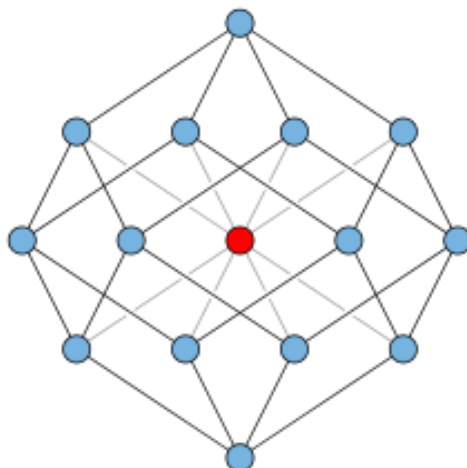


Рис. 1 Пример представления графа в трехмерном пространстве.

Анализ взаимодействия скважин на рассматриваемом участке месторождения, представленным в виде графа, будет проводиться с помощью алгоритмов Machine Learning (ML), нейронных сетей.

Нейронная сеть — это последовательность нейронов, соединенных между собой синапсами. Структура нейронной сети пришла в мир программирования прямо из биологии. Благодаря такой структуре, машина обретает способность анализировать и запоминать информацию.

Для того, что бы создать нейронную сеть, нужно пройти большое кол-во этапов, например, решить, что она будет считать, определить архитектуру модели, выявить необходимое количество слоев сети и т.д.

Как уже сказано выше, нейронная сеть состоит из нейронов, который подразумевает под собой вычислительную единицу, которая получая информацию, проводит над ней вычислительные операции, а затем передает ее дальше. Основные виды нейронов: входной, скрытый, выходной (Рис.2).

Также в состав нейронной сети входит синапс, который соединяет нейроны между собой. Синапс имеет один параметр — вес. С помощью данного параметра информация, которую один нейрон передает другому, изменяется. Совокупность весов нейронной сети или матрица весов определяет работу всей системы. Благодаря этим весам, входная информация обрабатывается и преобразуется в результат.

Для корректной работы нейронной сети необходимо провести ее обучение, т.е. подобрать такую матрицу весов для нейронов, чтобы получить наилучшие результаты при решении поставленных задач. Процесс подбора матрицы весов определяется видом самой задачи, которую предполагается решать с помощью конкретной нейронной сети.

Заявленный подход планируется осуществлять на примере уже существующей архитектуры нейронной сети. Базовой единицей модели будет пространственно-временной блок (ST-блок). Примерная архитектура отражена на рисунке 4. Для эффективного извлечения временных особенностей и пространственных особенностей стоит применить структуру с двумя временными экстракторами, охватывающими один пространственный экстрактор, чтобы произошло усиление временной зависимости.

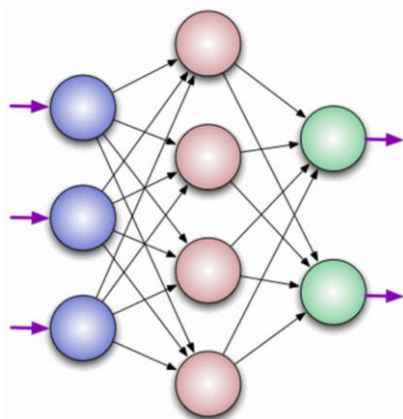


Рис. 2 Виды нейронов (входной — синий, скрытый — красный, выходной — зеленый).

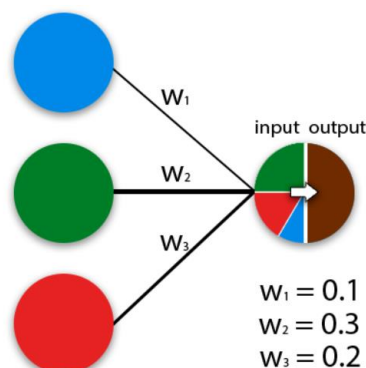


Рис. 3 Синапсы ( $w$  — вес).

На рисунке 4 изображена структура ST-блока, направленная на получение временной и пространственной информации, а затем с помощью линейного преобразования проецирование векторов высокой размерности в подходящую размерность [2].

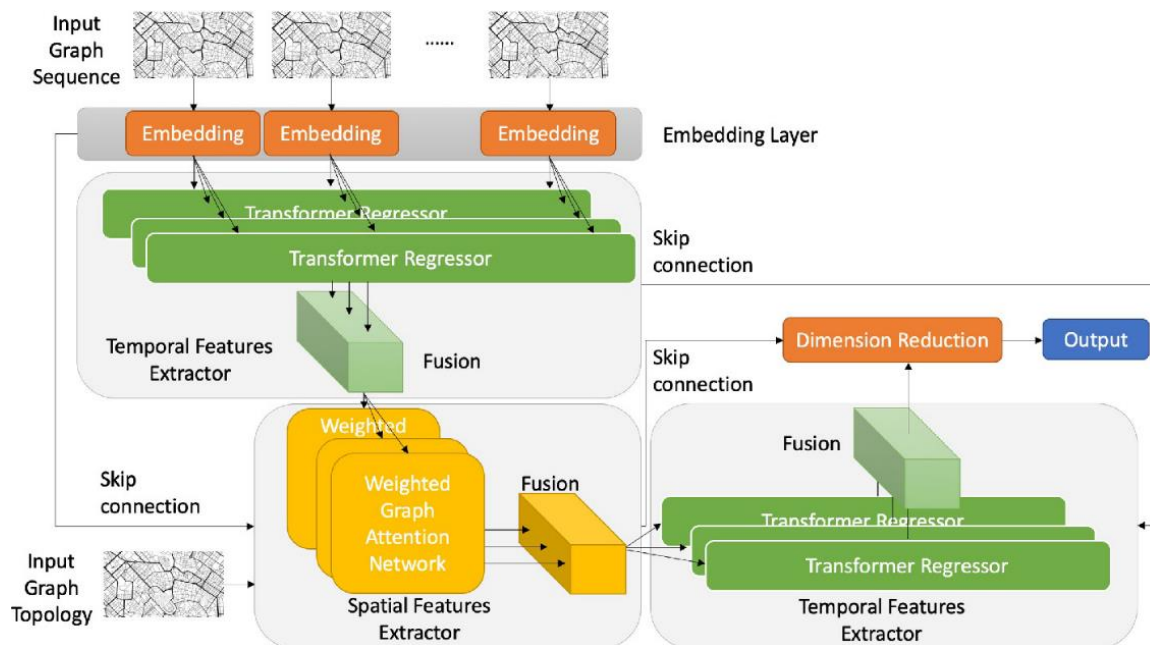


Рис. 4 Структура ST-блока [3].

На основе данного подхода зачастую можно оценить минимальные или максимальные затраты, различные объемы, расстояние между объектами. В нашем случае на выходе мы получим прогноз по месторождению, содержащий просчитанные технологические характеристики. Данный подход далее будет дополняться, чтобы уже получить видимые результаты.

#### Литература

1. Графы и бинарные отношения: учеб. -метод. пособие / сост. А. В. Ласунский; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014.
2. Lee SW., Yu JX, Moon YS., Whang SE (eds) Системы баз данных для передовых приложений. DASFAA 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12112. Springer, Cham.
3. Xie Y., Xiong Y., Zhu Y. (2020) SAST-GNN: Пространственно-временная графическая нейронная сеть для прогнозирования трафика на основе самовосприятия. В: Nah Y., Cui B.

## ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ ДВУРОГОВОГО КРАНОВОГО КРЮКА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОГРАММЕ XENSYS

Ведерников В.Е.

Научный руководитель - профессор К.В. Сызранцева  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Одним из наиболее широко применяемых универсальным грузозахватным приспособлением является грузовой крюк, к которому груз прикрепляется с помощью цепных или канатных строп. Грузовой крюк в основном применяется в грузоподъемной технике и в других отраслях. Каждый крюк должен выдерживать статическую нагрузку, превышающую его грузоподъемную силу на 25%. По способу изготовления грузовые крюки бывают кованные и пластинчатые. По форме крюки подразделяют на однорогие и двурогие. Двурогие крюки используются на кранах с большой грузоподъемностью, а также для подъема длинномерных грузов. [5]. Для предотвращения самопроизвольного выпадения съемного грузозахватного приспособления грузовые крюки снабжают предохранительными замками. Кованные крюки изготавливают, в основном, из стали 20 [2] или из стали 20Г [3]. Их характеристики приведены в Таблице 1. Кованные двурогие крюки [4] имеют грузоподъемность от 8 до 20 тонн для машин с ручным приводом и от 5 до 100 тонн для машин с машинным приводом при тяжелом и весьма тяжелом режиме работы машины.